



REC'D 24 AUG 2004

WIPO

PCT

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 10 2004 012 771.9

**Anmeldetag:** 15. März 2004

**Anmelder/Inhaber:** Rosenberger AG, 99510 Apolda/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zum Biegen von Werkstücken

**Priorität:** 05. August 2003 DE 103 36 554.0

**IPC:** B 21 D 43/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 26. Juli 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN

*Sl*  
Stremme

5

10

Rosenberger AG  
Beim Weidige 21  
DE-99510 Apolda

15

# **Verfahren zum Biegen von Werkstücken**

20 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Biegen von Werkstücken, insbesondere von Rohren, Drähten, Stangenmaterialien, Halbzeugen, Blechen od. dgl. mit zumindest einer Biegeeinrichtung.

25 Bei herkömmlichen Verfahren zum Biegen von Werkstücken wird mittels einer Zuführeinrichtung beispielsweise mittels eines Kreuzschlittens das zu verformende Werkstück einem Biegekopf einer Biegemaschine zugeführt. Dabei wird das Werkstück mittels einer Spanneinrichtung, beispielsweise  
30 einer Spannzange aufgenommen und mittels des Kreuzschlittens dem Biegekopf zugeführt. Nachteilig hierbei ist, dass ein Einlegen des Werkstückes, ein Einrichten des Werkstückes auf die Biegeeinrichtung zeitaufwendig ist.

Ferner ist nachteilig, dass bei einem herkömmlichen Verfahren zum Biegen von Werkstücken ein manuelles Einlegen in die Biegeeinrichtung bzw. Biegemaschine erforderlich ist. Auch ein Entnehmen und ein Zuführen der Werkstücke einer Endkontrolle folgt meistens in manueller Weise.

Auch ist im Stand der Technik bekannt, dass bspw. mittels eines herkömmlichen Roboters eine Spanneinrichtung bzw. eine Spannzange einer Biegemaschine mit Werkstücken bestückt wird, die dann in der Biegemaschine fertiggestellt werden. Auf diese Weise ist die Einsatzmöglichkeit einer Biegemaschine beschränkt.

Zudem müssen die Werkstücke in einer Biegemaschine gebogen bzw. umgeformt werden. Sollten andere Biege- und Umformprozesse erforderlich sein, so wird das Werkstück einer weiteren Biegeeinrichtung zum weiteren Bearbeiten zugeführt. Dabei erfolgt keine exakte Endkontrolle des Biegezustandes im Prozess.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Biegen von Werkstücken, insbesondere von Rohren, Drähten, Stangenmaterialien, Halbzeugen od. dgl. zu schaffen, welches die genannten Nachteile beseitigt und mit welchem zeit- und kostengünstig Werkstücke in einem Arbeitsgang umgeformt oder gebogen werden und ggf. eine Endkontrolle unmittelbar nach dem Biegen optimiert erfolgt.

Zur Lösung dieser Aufgabe führt, dass zumindest ein Roboter das zu verformende Werkstück aufnimmt und der zumindest einen Biegeeinrichtung zum Verformen, insbesondere zum Biegen zuführt.

Bei der vorliegenden Erfindung hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, mittels eines Roboters ein Werkstück

aufzunehmen und dieses einer Biegeeinheit, bestehend aus  
zumindest einer Biegeeinrichtung zuzuführen. In der  
Biegeeinrichtung wird dann das Werkstück unter permanenter  
oder schubweiser Zufuhr mittels des Roboters verformt bzw.  
5 gebogen.

Dabei wird das Werkstück unmittelbar vom Roboter bzw. einem  
Greifarm eines Roboters aufgenommen und einem Biegekopf der  
Biegeeinrichtung direkt zugeführt. Dabei kann der Roboter  
10 mit dem entsprechenden Greifarm das Werkstück entsprechend  
radial verdrehen, sollte dies erforderlich sein. Eine  
herkömmliche Spanneinrichtung bzw. eine herkömmliche  
Spannzuführeinrichtung kann dadurch entfallen.

15 Nach dem Biegen eines bestimmten Bereiches lässt sich das  
Werkstück mittels des Roboters bzw. dessen Greifarm,  
aufnehmen, um bspw. umgekehrt dieses wieder in die  
Biegeeinrichtung bzw. dessen Biegekopf direkt einzuspannen,  
um bspw. ein anderes Ende eines Werkstückes zu bearbeiten.  
20 Dies ist nach dem herkömmlichen Biegeverfahren nicht  
möglich.

Dabei wird das Werkstück mittels des Roboters aus einem  
Vorratsbehältnis entnommen und der Biegeeinheit bzw. der  
25 zumindest einen Biegeeinrichtung zum Verformen oder Biegen  
zugeführt. Nach dem Biegen kann das gebogene Werkstück  
einer Ablage zugeführt werden. Der Roboter greift dann ein  
neues zu verformendes oder zu biegendes Werkstück aus dem  
Vorratsbehältnis und führt dieses permanent oder schubweise  
30 wieder der zumindest einen Biegeeinrichtung zu. Dabei kann  
der Roboterarm, insbesondere dessen Greifeinrichtung ein  
permanentes Zuführen und radiales Verdrehen des Werkstückes  
während des Biegeprozesses in der Biegeeinheit übernehmen.

Als Biegeeinrichtungen können Rollbiegeköpfe, Rechts-/Linksbiegeköpfe, sowie Biegeeinrichtung mit Dorneinrichtungen, Abkanteinrichtungen od. dgl. in einer Biegeeinheit zusammengefasst sein, welche stationär  
5 gegenüber einem Untergrund angeordnet sind.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung soll jedoch auch liegen, dass die Biegeeinrichtung gegenüber einem Untergrund und insbesondere gegenüber dem Roboter  
10 verfahrbar ist. Vorzugsweise kann die zumindest eine Biegeeinrichtung gegenüber dem Roboter auf einem Kreuzschlitten, einem Schienensystem, einem Linearsystem od. dgl. manuell und/oder automatisch steuerbar hin- und herbewegbar sein.

15

Auf diese Weise lassen sich unterschiedlich grosse bzw. unterschiedlich lange Werkstücke unterschiedlichster Art mit dem vorliegenden Verfahren bearbeiten. Auch sehr lange Rohre können hierdurch entsprechend des Roboters  
20 aufgenommen und in der Biegeeinrichtung gebogen werden, indem der Roboter direkt den Biegeköpfen der Biegeeinrichtung das verformende Werkstück zuführt. Dies soll ebenfalls im Rahmen der vorliegenden Erfindung liegen.

25

Als Vorratsbehältnis kann kein Fliessband, ein Aufnahmebehältnis, eine Maschine, wie beispielsweise eine Ablängmaschine oder ein Übergaberoboter dienen, der das Werkstück zum Verformen dem Roboter übergibt oder zur Verfügung stellt.

30

Nach dem Verformen oder Biegen des Werkstückes übergibt dann der Roboter das fertiggestellte Werkstück einer Ablage, die ein Fliessband, ein Vorratsbehältnis, eine Maschine zur weiteren Bearbeitung oder ein Übergaberoboter  
35 sein kann, um das fertiggestellte Werkstück einer weiteren

Verarbeitung zuzuführen. Hierauf sei die Erfindung nicht beschränkt.

In einem erweiterten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung kann nach dem Fertigstellen des Werkstückes der Roboter das Werkstück einer Messeinrichtung zuführen bzw. das fertiggestellte Werkstück entlang der Messeinrichtung führen, so dass die vollständige Kontur des fertiggestellten Werkstückes in drei Ebenen als Ist-Wert aufgenommen und mit einem hinterlegten Soll-Wert verglichen wird. Hierdurch erfolgt automatisch nach dem Biegen und Umformen des Werkstückes eine Endkontrolle. Sollte das Werkstück nicht dem Soll-Wert oder dessen Toleranzbereich entsprechen, so kann ein Nachbiegen erfolgen, in dem der Roboter das Werkstück zum Nachbiegen der Biegeeinheit erneut zuführt. Erst nach erneuter positiver Kontrolle in der Messeinrichtung wird dann das Werkstück der Ablage zur weiteren Verarbeitung oder Bearbeitung übergeben.

Bei der vorliegenden Erfindung hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, dass auf sehr schnelle Weise ein Werkstück vollautomatisiert in einen Fertigungsprozess eingebunden von einem Vorratsbehältnis entnommen werden kann, in der Biegeeinheit bzw. der zumindest einen Biegeeinrichtung umgeformt oder gebogen werden kann und dann ggf. nach erfolgter Zwischenkontrolle einer Ablage zugeführt werden kann. Hierdurch können erhebliche Fertigungskosten sowie auch Herstellungskosten der Anlage zum Verformen und Biegen von Werkstücken eingespart werden.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt in

Figur 1 eine schematisch dargestellte Draufsicht auf eine Anlage zum Biegen von Werkstücken;

Figur 2 eine schematisch dargestellte Ansicht der Anlage  
5 gemäss Figur 1 als weiteres Ausführungsbeispiel.

Gemäss Figur 1 weist eine erfindungsgemässe Anlage  $R_1$  zum Biegen von beliebigen Werkstücken 1 ein Vorratsbehältnis 2 auf, in welchem eine Mehrzahl von Werkstücken 1 gelagert  
10 sind. Unter dem Vorratsbehältnis 2 kann auch ein Fliessband, welches beispielsweise eine Mehrzahl von Werkstücken, die ggf. vorbearbeitet wurden, verstanden werden.

15 Das Vorratsbehältnis 2 kann auch ein Roboter od. dgl. Fördereinrichtung sein, welches die zu verformenden oder zu biegenden Werkstücke 1 der Anlage  $R_1$  zur Verfügung stellen..

Wesentlich ist bei der vorliegenden Erfindung, dass der  
20 Anlage  $R_1$  zumindest ein Roboter 3 zugeordnet ist. Der Roboter 3 weist einen in mehreren Teilstücke untergliederter Roboterarm 4 mit einer endseitigen Greifeinrichtung 5 auf. Mit der Greifeinrichtung 5 ergreift der Roboter 3 das zu verformende bzw. zu biegende Werkstück  
25 1 und führt dieses nach dem Entnehmen aus dem Vorratsbehältnis 2 der zumindest einen Biegeeinrichtung 6 zu.

Es können mehrere Biegeeinrichtung 6 unterschiedlicher Art,  
30 je nach Anforderung des zu biegenden Werkstückes, als Biegeeinheit 7 zusammengefasst sein. Dabei können die einzelnen Biegeeinrichtungen als beispielsweise Rollbiegeköpfe, Rechts- und/oder Linksbiegeköpfe, Abkanteinrichtungen od. dgl. ausgebildet sein, um ein  
35 Werkstück auf unterschiedliche Weise zu verformen.

Wichtig ist dabei, dass die Zufuhr in angedeuteter X-Richtung sowie das Verdrehen des Werkstückes 1 um die Werkstückachse in dargestellter Doppelpfeilrichtung Y  
5 mittels des Roboters 3, insbesondere des Roboterarmes 4 und dessen endseits angeordneter Greifeinrichtung 5 erfolgt. Das Werkstück 1 wird mittels des Roboters 3 der zumindest einen Biegeeinrichtung 6 der Biegeeinheit 7 zugeführt, dort gebogen, nach dem Biegen weiter in X-Richtung für eine  
10 erneute Biegung der zumindest einen Biegeeinrichtung 6 zugeführt. Dabei folgt permanent ein Vorschub in X-Richtung und/oder eine radiale Verdrehung des Werkstückes 1 mittels des Roboters 3 um das Werkstück 1 umzuformen bzw. zu verbiegen in Y-Richtung.

15 Bevorzugt übernimmt der Roboter lediglich die Vorschubfunktion in dargestellter X-Richtung sowie das radiale Verdrehen des Werkstückes 1 in dargestellter Y-Richtung. Auf diese Weise kann ein Werkstück 1 in drei  
20 Ebenen verformt, insbesondere verbogen werden.

Ggf. kann während eines Biegeprozesses bzw. während das Werkstück 1 in Biegeeinrichtung 6 eingespannt ist, der Roboter 3 bzw. dessen Greifeinrichtung 5 das Werkstück 1 an  
5 einer anderen Stelle wieder aufnehmen, um den Biegeprozess, wie oben beschrieben, fortzuführen.

Nach dem Biegen wird das fertiggestellte Werkstück 1 mittels des Roboters 3 einer Ablage 8 zugeführt und dort  
30 abgelegt. Als Ablage 8 kann ein Fliessband, ein Übernahmroboter, Vorratsbehältnis od. dgl. dienen. Hierauf sei die Erfindung nicht beschränkt.

In einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung  
35 gemäss Figur 2 ist eine Anlage R<sub>2</sub> beschrieben, die in etwa



der Anlage R<sub>1</sub> entspricht. Unterschiedlich ist hier, dass zwischen der Biegeeinheit 7 und der Ablage 8 ein Messeinrichtung 9 zwischengeschaltet ist. Das fertig gebogene oder verformte Werkstück 1 wird mittels des Roboters 3 nach dem Umformen bzw. nach dem Biegen aus der Biegeeinheit 7 entnommen und entlang der Messeinrichtung 9 geführt, wobei die gebogene Kontur des Werkstückes 1 über die Messeinrichtung 9 verfahren wird. Hierdurch wird ein Sollzustand des gebogenen Werkstückes 1 ermittelt und mit einem hinterlegten Ist-Wert und/oder Toleranzfeld verglichen. Weicht der Ist-Wert vom Soll-Wert unzulässig ab, so kann das Werkstück 1 mittels des Roboters 3 wieder der Biegeeinheit 7 zum Nachbiegen und Korrekturbiegen zugeführt werden. Anschliessend erfolgt eine weitere Kontrolle des gebogenen bzw. verformten Werkstückes 1 in der Messeinrichtung 9. Erst nach Übereinstimmung von Soll-Wert zum Ist-Wert wird dann das verformte bzw. gebogene Werkstück 1 der Ablage 8 zugeführt bzw. an diese übergeben.

# PATENTANSPRÜCHE

- 5    1.    Verfahren zum Biegen von Werkstücken (1), insbesondere von Rohren, Drähten, Stangenmaterialien, Halbzeugen, Blechen od. dgl. mit zumindest einer Biegeeinrichtung (6),

10            dadurch gekennzeichnet,

15            dass zumindest ein Roboter (3) das zu verformende Werkstück (1) aufnimmt und der zumindest einen Biegeeinrichtung (6) zum Verformen, insbesondere zum Biegen zuführt.

2.    Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Roboter (3) permanent das Werkstück (1) der zumindest einen Biegeeinrichtung (6) zuführt.

20

3.    Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Roboter (3) das Werkstück (1) während dem Zuführen in die zumindest eine Biegeeinrichtung (6) während des Biegens festhält und zum weiteren Biegen der zumindest einen Biegeeinrichtung (6) weiter zuführt und ggf. das Werkstück (1) radial verdreht.

25

4.    Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Roboterarm (4), insbesondere dessen Greifeinrichtung (5) des zumindest einen Roboters (2) das Werkstück (1) aufnimmt und der zumindest einen Biegeeinrichtung (6) direkt bzw. deren Biegekopf direkt zuführt.

30

35

5. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Roboterarm (4) das Werkstück (1) schubweise der zumindest einen Biegeeinrichtung (6) zuführt und an entsprechenden Biegestellen die Biegeeinrichtung (6) das Werkstück (1) verformt, wobei während des Verformens ggf. der Roboterarm (4), insbesondere die Greifeinrichtung (5) durch Umgreifen das Werkstück (1) an einer anderen beliebigen Stelle ggf. auch im fertiggestellten Bereich zum weiteren Zuführen des Werkstückes (1) in die zumindest eine Biegeeinrichtung (6) aufnimmt.
6. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Roboter (3), insbesondere die zumindest eine Greifeinrichtung (5) des Roboterarmes (5) das Werkstück (1) aufnimmt und zum Verformen von unterschiedlichen Radien, Mäander, Winkel etc. einer Mehrzahl von Biegeeinrichtungen (6) zuführt, wobei ggf. in der Greifeinrichtung (5) das Werkstück (1) radial drehbar ist.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Biegeeinrichtungen (6), Rollbiegeköpfe, Rechts-/Linksbiegeköpfe, sowie Biegeeinrichtungen mit Dorneinrichtungen, Abkanteinrichtungen od. dgl. verwendet werden.
8. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Biegeeinrichtung (6) ortsfest gegenüber einem Untergrund angeordnet ist und der zumindest eine Roboterarm (4) das Werkstück (1) der zumindest einen Biegeeinrichtung (6) bzw. dessen Biegeköpfen permanent

oder schubweise zum Verformen, insbesondere zum Biegen zuführt.

5 9. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine  
Roboter (3), insbesondere Roboterarm (4) das Werkstück  
(1) aus einem Vorratsbehältnis (2) entnimmt, der  
Biegeeinrichtung (6) zum Verformen oder Biegen zuführt  
10 und nach dem Biegen zur weiteren Bearbeitung einer  
Ablage (8) zuführt, wobei dieser danach erneut aus dem  
Vorratsbehältnis (2) ein zu verformendes oder zu  
biegendes Werkstück (1) entnimmt.

15 10. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine  
Roboter (3) nach dem Verformen oder Biegen eines  
Werkstückes (1) dieses entlang einer Messeinrichtung  
(9) führt, um die Verformungen oder Biegungen als  
Soll-Wert zu erfassen, wobei bei einem Vergleich mit  
20 einem hinterlegten und ausgewählten Soll-Wert eine  
Fertigungskontrolle durchgeführt wird und ggf. ein  
Nachverformen oder Nachbiegen in der zumindest einen  
Biegeeinrichtung (6) durch Zurückführen des  
Werkstückes (1) mittels des Roboters (3) zur zumindest  
einen Biegeeinrichtung (6) erfolgt.

30 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,  
dass nach einem Nachbiegen oder Nachverformen das  
Werkstück (1) mittels des Roboters (3) erneut der  
Messeinrichtung (9) zugeführt wird und erst nach  
Übereinstimmung zwischen Soll-Wert und Ist-Wert bzw.  
mit den vorgegebenen Toleranzbereichen, das Werkstück  
(1) der Ablage (8) oder einer Weiterbearbeitung  
zugeführt wird.

12. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass als Ablage (8) bzw. zur Weiterbearbeitung das Werkstück (1) auch einem weiteren Roboter, einem Fliessband, einer Maschine, einem Vorratsbehältnis od. dgl. übergeben wird.

13. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Roboter (3) das Werkstück (1) aufnimmt und in wählbaren Bereichen, die verformt werden, direkt der Biegevorrichtung (6), bzw. direkt dessen Biegeköpfe zuführt, nach dem Verformen entnimmt und weiteren Bereichen, ggf. Endbereichen zum weiteren Bearbeiten bzw. Verformen des Werkstückes (1) zuführt, wobei nach deren vollständigen Bearbeiten des Werkstückes (1) der Roboter (3), insbesondere dessen Greifeinrichtung (5) das Werkstück (1) dem Abtransport oder einer weiteren Bearbeitung zuführt.

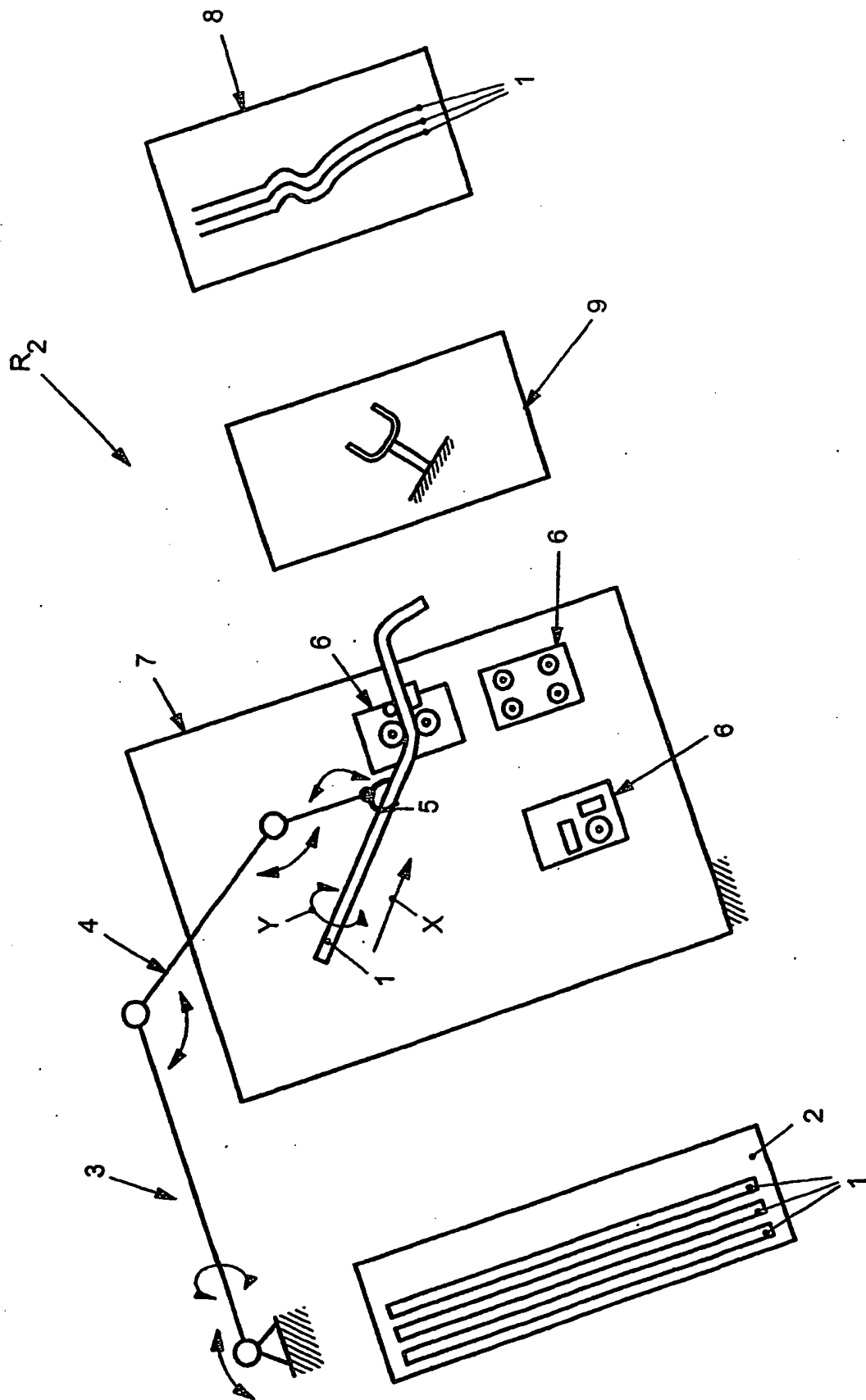
14. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Biegeeinheit (7), insbesondere die Biegevorrichtung (6) manuell und/oder automatisch gegenüber der Lage des Roboters (3) verfahrbar ist.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Biegeeinheit (7), insbesondere die Biegevorrichtung (6) automatisch ggf. über einen Kreuzschlitten, ein Linearsystem in einer wählbaren Richtung oder entlang eines wählbaren Führungssystems gegenüber der Lage des Roboters (3) verfahrbar ist, wobei die entsprechenden Ortskoordinaten an den Roboter (3) übermittelt werden.

## ZUSAMMENFASSUNG

- 5 Bei einem Verfahren zum Biegen von Werkstücken (1),  
insbesondere von Rohren, Drähten, Stangenmaterialien,  
Halbzeugen, Blechen od. dgl. mit zumindest einer  
Biegeeinrichtung (6), soll zumindest ein Roboter (3) das zu  
verformende Werkstück (1) aufnehmen und der zumindest einer  
10 Biegeeinrichtung (6) zum Verformen, insbesondere zum Biegen  
zuführen.

(Figur 2)



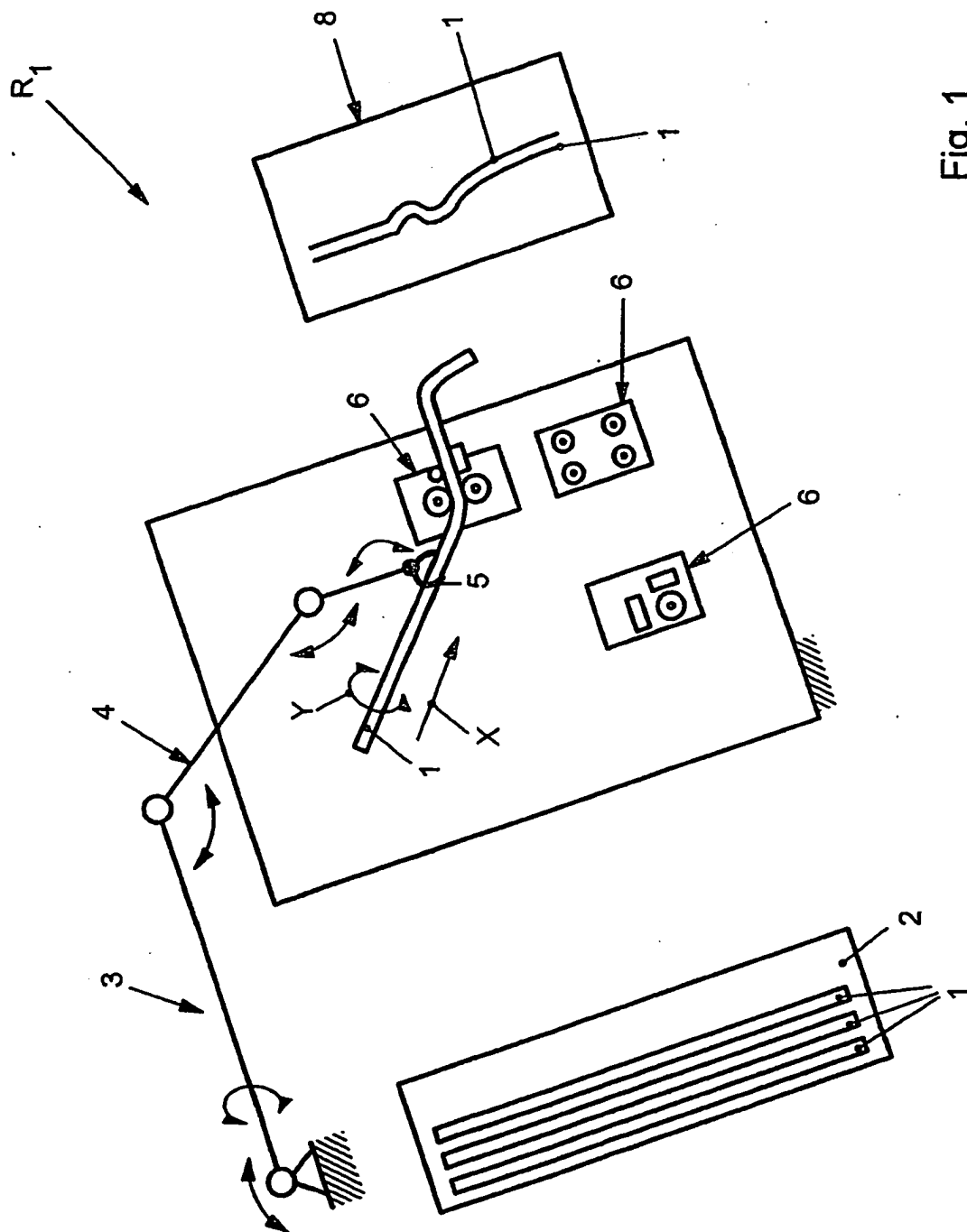


Fig. 1



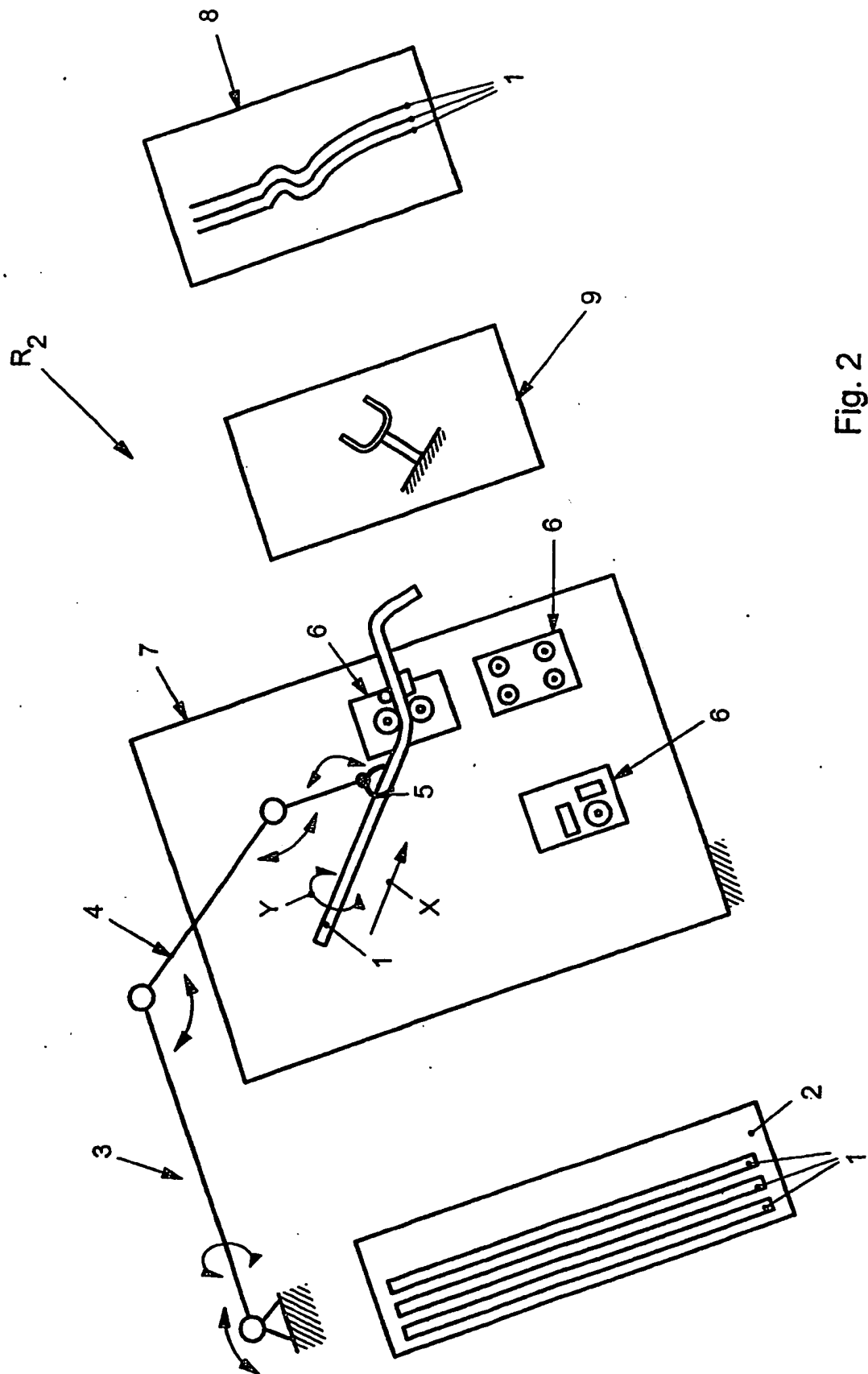


Fig. 2

DR. PETER WEISS & DIPL.-ING. A. BRECHT  
Patentanwälte  
European Patent Attorney

5

Aktenzeichen: P 3044/DE-II

Datum: 02.03.2004

B/HE

Positionszahlenliste

1	Werkstück	34		67	
2	Vorratsbehältnis	35		68	
3	Roboter	36		69	
4	Roboterarm	37		70	
5	Greifeinrichtung	38		71	
6	Biegevorrichtung	39		72	
7	Biegeeinheit	40		73	
8	Ablage	41		74	
9	Messeinrichtung	42		75	
10		43		76	
11		44		77	
12		45		78	
13		46		79	
14		47			
15		48			
16		49		R <sub>1</sub>	Anlage
17		50		R <sub>2</sub>	Anlage
18		51			
19		52		X	Richtung
20		53		Y	Richtung
21		54			
22		55			
23		56			
24		57			
25		58			
26		59			
27		60			
28		61			
29		62			
30		63			
31		64			
32		65			
33		66			